Valorisation de la filière bambou dans les zones orientales de Madagascar : contraintes et opportunités

Tahiana RAMANANANTOANDRO[1]
Zo Hasina RABEMANANJARA[1]
Jean-Jacques RANDRIANARIMANANA[1, 2]
Régis POMMIER[2]

[1] Université d'Antananarivo
École supérieure des sciences agronomiques
Département des eaux et forêts
BP 175, Antananarivo 101
Madagascar

[2] Université de Bordeaux 1
Institut de mécanique et d'ingénierie
Département Génie civil environnemental
Bat. A11 BIS
351, cours de la libération
33400 Talence
France



Photo 1.
Ressources en *Bambusa vulgaris* le long du fleuve Rianila à Brickaville.
Photo T. Ramananantoandro.

T. Ramananantoandro,
Z. H. Rabemananjara,
J.-J. Randrianarimanana, R. Pommier

RÉSUMÉ

VALORISATION DE LA FILIÈRE BAMBOU DANS LES ZONES ORIENTALES DE MADAGASCAR : CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Les bambous occupent une place importante dans la vie de nombreux ménages tant ruraux qu'urbains à Madagascar. Ils sont distribués essentiellement le long des massifs centraux de l'île et dans la forêt humide de l'Est. À partir d'un travail bibliographique, d'entretiens sur le terrain et de travaux de laboratoire, cette étude établit un diagnostic interne et externe de la filière bambou dans les zones orientales de Madagascar, particulièrement les régions Analanjirofo et Atsinanana. Suite à ces diagnostics, des options stratégiques ont été formulées. Plusieurs points forts ont été notés, notamment l'appui d'un organisme spécialisé (Inbar), l'existence de conditions d'extension favorables et la motivation des acteurs qui permettent de présager un fort développement de cette filière dans le futur. De plus, les espèces rencontrées dans la zone possèdent des propriétés physico-mécaniques intéressantes, permettant de satisfaire les besoins pour diverses catégories d'utilisations. Comme contraintes, on peut noter la défaillance des mesures réglementaires, les techniques de transformation archaïques et la faible récupération des sous-produits. La méconnaissance des potentialités exactes, aussi bien en termes de superficie disponible qu'en ce qui concerne les propriétés des chaumes, limite la valorisation du bambou. La relance de la filière bambou garantira en partie la pérennisation d'autres ressources des forêts naturelles. Cette étude a permis de démontrer l'importance des bambous dans les zones orientales de Madagascar. Elle constitue un point de départ pour une investigation plus approfondie.

Mots-clés : diagnostic de la filière, propriétés physico-mécaniques, technologie de valorisation, bambou, région orientale de Madagascar.

ABSTRACT

CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES FOR THE VALUATION OF BAMBOO CHAIN IN EASTERN REGIONS OF MADAGASCAR

Bamboo is of considerable importance for many households in Madagascar, both rural and urban. Bamboo is mainly grown in Madagascar's central uplands and eastern humid forests. Based on bibliographic research, field interviews and laboratory analyses, this study established internal and external diagnoses of the bamboo sector in Madagascar's eastern regions, particularly the Analanjirofo and Antsinanana districts. These diagnoses were then used to formulate strategic options. Several strategic options were noted, especially the support provided by a specialised organisation (INBAR), favourable conditions for extension work and a high level of motivation among those concerned, all of which allow predict a strong development of the Bamboo chain in the future. Furthermore, the physical and mechanical properties of bamboo species found in the study zone are of considerable interest to meet needs for various kinds of uses. The constraints noted include inadequate regulatory measures, archaic processing techniques and a low rate of recovery of by-products. The ignorance of the exact potential of the area available as well as the properties of the thatches limits the valorization of bamboo. The revival of the Bamboo chain could partly contribute to the long-term preservation of other natural forest resources. This study demonstrates the importance of bamboo in eastern Madagascar and has established a basis for more in-depth investigations.

Keywords: diagnosis of the chain, physical and mechanical properties, development technologies, bamboo, eastern Madagascar.

RESUMEN

VALORIZACIÓN DE LA CADENA DEL BAMBÚ EN LAS ZONAS ORIENTALES DE MADAGASCAR: LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES

El bambú ocupa un lugar importante en la vida de numerosos hogares, tanto urbanos como rurales, de Madagascar. Los bambúes se distribuyen fundamentalmente a lo largo de los macizos centrales de la isla y en el bosque húmedo del este. Basándose en bibliografía, entrevistas de campo y trabajo de laboratorio, este estudio establece un diagnóstico interno y externo de la cadena productiva del bambú en las zonas orientales de Madagascar, especialmente en las regiones de Analanjirofo y Atsinanana. A raíz de estos diagnósticos, se formularon opciones estratégicas. Se observaron varios puntos fuertes, especialmente el respaldo de un organismo especializado (INBAR), la existencia de condiciones de extensión favorables y la motivación de los actores, que permiten vaticinar un fuerte desarrollo de esta cadena en el futuro. Además, las especies encontradas en la zona poseen interesantes propiedades físico-mecánicas que permiten satisfacer las necesidades de distintas categorías de usos. Entre las limitaciones, se observan deficiencias en las medidas reglamentarias, técnicas de transformación arcaicas y escasa recuperación de los subproductos. El desconocimiento del potencial exacto, tanto en cuanto a la superficie disponible como en lo relativo a las propiedades de los rastrojos, limita la valorización del bambú. La reactivación de la cadena del bambú garantizará en parte el mantenimiento de otros recursos de los bosques naturales. Este estudio permitió demostrar la importancia del bambú en las zonas orientales de Madagascar y supone un punto de partida para una investigación más intensa.

Palabras clave: diagnóstico de la cadena, propiedades físico-mecánicas, tecnología de valorización, bambú, región oriental de Madagascar.

Contexte et problématique

Les produits forestiers non ligneux connaissent un intérêt croissant dans le monde ces dernières années du fait des contributions qu'ils apportent à l'économie des ménages, à la sécurité alimentaire ainsi qu'à la préservation de l'environnement (APEMA *et al.*, 2010). Parmi les produits forestiers non ligneux, les bambous occupent une place importante. Selon FERRARO (2001), la moitié des ménages malgaches utilisent le bambou dans leur vie quotidienne pour la construction, l'artisanat ou comme source d'énergie. Parmi les pays d'Afrique, Madagascar possède la plus grande diversité de bambous, avec 11 genres et près de 40 espèces dont 35 endémiques (BYSTRIAKOVA *et al.*, 2004). Les bambous fournissent des avantages économiques, sociaux et écologiques à la société. Sur le plan environnemental, le bambou est une plante écologiquement très intéressante (VAN DER LUGT *et al.,* 2006), il peut se substituer aux bois de forêt naturelle. Grâce à sa croissance rapide, les tiges de bambou peuvent être exploitées à partir de la troisième année (ALIPON *et al.*, 2009), alors qu'il faut attendre au minimum 20 ans, voire plus de 80 ans, pour les bois de forêt naturelle comme *Dalbergia* sp. Du point de vue technologique, les études des propriétés technologiques du bambou dans d'autres pays ont montré que certaines espèces ont des propriétés physiques et mécaniques meilleures que le bois (HIZIROGLU, 2007 ; LEE *et al.*, 1996) et que la fibre de bambou se trouve parmi les plus performantes, avec les fibres de carbone et de verre (YU *et al.*, 2007).

Malgré cela, on dispose aujourd'hui de peu d'informations sur le fonctionnement de la filière et sur les propriétés technologiques des bambous à Madagascar. Concernant l'aspect filière, le manque d'informations pertinentes concerne à la fois l'offre et la demande en bambou. Du point de vue technologique, une seule caractérisation des propriétés physico-chimiques a été réalisée sur une tige de *Dendrocalamus giganteus* malgache à des fins de papeterie (DOAT, 1967). Pourtant, ces connaissances sont des éléments centraux pour la valorisation de cette ressource.

Cette étude se propose d'identifier les contraintes et opportunités, tant d'ordre socioéconomique que technologique, de la filière bambou dans les deux régions orientales de Madagascar afin de mieux formuler des mesures efficaces de valorisation. La première partie de l'étude s'attache à établir un diagnostic de la filière bambou dans les deux régions étudiées (photo 1). La deuxième partie propose une étude préliminaire sur les propriétés physico-mécaniques de trois espèces de bambou poussant dans ces deux régions. Dans la dernière partie seront déduites les recommandations contribuant à la résolution des problématiques actuelles de la filière et à la valorisation des opportunités.

Méthodologie

Phase de conception

Approche filière

L'analyse a été fondée sur l'approche filière définie comme la succession des opérations qui, partant en amont d'une matière première – ou d'un produit intermédiaire –, aboutit en aval, après plusieurs stades de transformation/valorisation, à un ou plusieurs produits finis au niveau du consommateur (FAO, 2005). Cela suppose l'existence de plusieurs acteurs, directs et indirects. Dans cette analyse, le terme « filière bambou » englobe l'ensemble de toutes formes de filières existantes.

Démarche Forces, faiblesses, opportunités, menaces

La réalisation du diagnostic s'est appuyée sur l'outil d'aide à la décision stratégique Forces, faiblesses, opportunités, menaces (Ffom). Cet outil permet de déterminer les options stratégiques envisageables dans un domaine d'activité stratégique. La démarche consistait alors à déterminer à la fois les contraintes et les menaces auxquelles est soumise la filière bambou. Ensuite, les forces et les opportunités à saisir ont été identifiées afin de contribuer à résoudre les obstacles et surmonter les menaces identifiées dans l'étape précédente (figure 1).

Comme la pertinence de cette méthode repose sur la clarté de la question initiale, l'objectif de recherche est de répondre à la question : *« Quelles mesures permettent de surmonter les obstacles pour mieux valoriser la filière bambou en tenant compte des paramètres socioéconomiques et technologiques ? »* Plus particulièrement, l'analyse va distinguer nettement deux aspects. Le premier concerne la technologie relative à l'utilisation des bambous tandis que le second touche l'environnement juridique, institutionnel et socioéconomique des filières.

Choix des sites

L'étude a été menée dans deux régions de Madagascar : Analanjirofo et Atsinanana (figure 2). Le choix de ces localités s'est appuyé sur l'importance des ressources, la diversité des espèces et le degré d'utilisation. D'après BYSTRIAKOVA *et al.* (2004) et le MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES FORÊTS (2009), ces deux régions

	Positif (pour atteindre l'objectif)	Négatif (pour atteindre l'objectif)
Diagnostic interne	Forces	Faiblesses
Diagnostic externe	Opportunités	Menaces

Figure 1.
La matrice d'analyse de l'outil d'aide à la décision stratégique Forces, faiblesses, opportunités, menaces (Ffom).

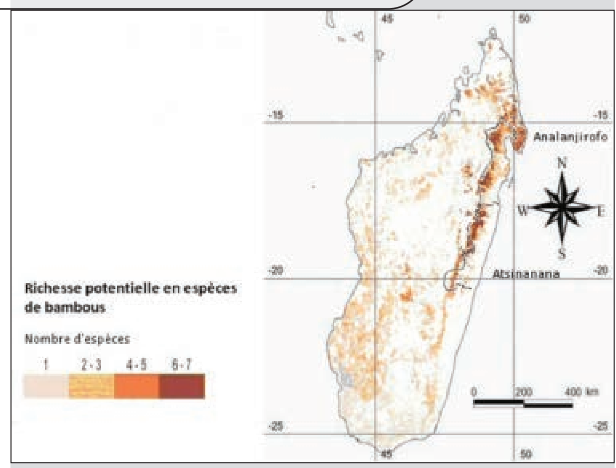


Figure 2.
Les deux régions étudiées : Analanjirofo et Atsinanana.
Source : modifié de BYSTRIAKOVA *et al.*, 2004.

constituent des zones de prédilection potentielles de plusieurs espèces de bambou et la place socioéconomique de la filière y est significative.

Choix des espèces pour la caractérisation des propriétés physico-mécaniques

Le bambou est déjà utilisé localement pour de multiples usages. Dans l'objectif d'avoir une idée sur les valeurs technologiques de ces bambous, les trois espèces les plus abondantes dans les régions d'étude ont fait l'objet d'une caractérisation physico-mécanique en laboratoire. Les propriétés étudiées ont été la masse volumique à 12 %, l'infradensité, les retraits dans les trois directions d'anisotropie (longitudinal, tangentiel, radial) et la contrainte de rupture en flexion.

Tableau I.
Acteurs de la filière bambou interviewés.

Personnes-ressources	Nombre de personnes interviewées	Types d'informations recueillies
Techniciens et pépiniéristes de l'organisation intergouvernementale Inbar	2 techniciens, 5 pépiniéristes	Réalisations Expériences sur la valorisation du bambou Acteurs de la filière bambou Perspectives
Responsables des régions Atsinanana et Analanjirofo	1 chef de région, 1 directeur de développement régional	Place du bambou dans le développement régional Obstacles et opportunités à saisir pour le lancement de la filière Stratégies de valorisation possibles
Responsables de la Direction régionale des forêts Atsinanana et Analanjirofo	2 directeurs régionaux des forêts	Pertinence de la valorisation de la filière Conformité à la politique forestière Contraintes d'ordre réglementaire Mesures de redressement de la filière proposées
Responsables des communes urbaines de Brickaville et de Toamasina	3	Projets de création d'infrastructures en bambou Taxations relatives aux bambous Place des bambous dans la planification de développement
Responsable et ouvriers du transformateur industriel : Madagascar Bamboo	1 responsable, 2 ouvriers	Techniques de transformation Expériences de valorisation Acteurs de la filière Problèmes de la transformation industrielle du bambou Retombées pour la population locale
Transformateurs artisanaux	21	Volume de production et de vente Préférences des consommateurs Techniques de transformation Fonctionnement de la filière Prix de vente
Commerçants sur les marchés et en bord de route	5	Fonctionnement de la filière Prix de vente Volume de vente
Utilisateurs	10	Diverses formes d'utilisations Choix des essences
Transporteurs	2	Clients Coût du transport Salaires des dockers

Phase de collecte

Collecte d'informations

Le début de cette phase a été marqué par la réalisation d'entretiens exploratoires auprès des personnes-ressources. L'objectif était de connaître le fonctionnement global des filières et de recenser les utilisations actuelles des bambous. Étant donné que l'analyse voulait cerner les paramètres caractéristiques des filières, l'entretien semi-ouvert a été privilégié. Les informations obtenues ont donc été qualitatives. De nombreux acteurs ont été contactés au cours du travail sur le terrain (tableau I). Il s'agissait des agents forestiers du service public, des responsables des services décentralisés (régions et communes), des acteurs directs allant des récolteurs aux transformateurs, ainsi que des responsables de projets d'appui aux filières.

Mesure des propriétés physico-mécaniques des chaumes

▪ Échantillonnage des éprouvettes

La caractérisation des propriétés des bambous a été réalisée sur les trois espèces les plus abondantes dans la région : *Bambusa vulgaris constrictinoda, Dendrocalamus giganteus* et *Dendrocalamus asper*. Selon ALIPON *et al.* (2009), les espèces de bambou arrivent généralement à maturité à partir de trois ans d'âge. Néanmoins, puisque les populations locales exploitent les bambous dès leur première année, et que les chaumes âgés de plus de trois ans sont presque inexistants, les caractérisations ont été effectuées sur des bambous âgés de 1 à 3 ans. Les propriétés mesurées dans cette étude reflètent donc les propriétés des ressources qui sont rencontrées aujourd'hui sur le terrain. Pour ce faire, onze chaumes par espèce ont été abattus et, pour chaque propriété étudiée, trente échantillons ont été débités dans les inter-nœuds le long de chaque chaume. Ceci fait un nombre total de 330 échantillons par espèce et par propriété à étudier.

▪ Mesure de la masse volumique à 12 %

La masse volumique à 12 % est une propriété importante du bois parce qu'elle est corrélée avec les principales propriétés mécaniques et physiques. Les mesures ont été effectuées sur des lamelles de forme parallélépipédique de dimensions 20 mm (L) x 20 mm (T). L'épaisseur dans la direction R a varié selon l'épaisseur de la paroi. Il s'agit du rapport entre la masse à 12 % obtenue à l'aide d'une balance d'une précision de 0,01 g et le volume à 12 % mesuré avec un pied à coulisse d'une précision de 0,01 mm. L'humidité d'équilibre à 12 % a été obtenue en conditionnant les éprouvettes dans une enceinte climatique réglée à une température de 20 °C et une humidité relative de 65 %.

▪ Mesure de l'infradensité

L'infradensité est le rapport entre la masse anhydre et le volume saturé. L'état anhydre a été obtenu en séchant les éprouvettes dans une étuve ventilée à 103 °C jusqu'à obtention d'une masse constante. Le volume saturé a été obtenu à partir de la méthode d'Archimède. Les dimensions des éprouvettes ont été les mêmes que celles utilisées pour la mesure de la masse volumique à 12 %.

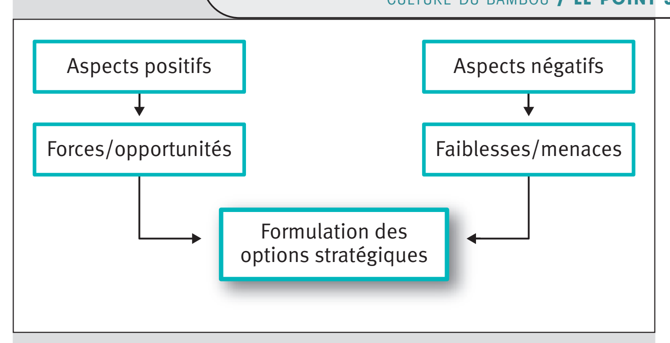


Figure 3.
Processus de traitement des données.

▪ Mesure de l'humidité sur pied

Les échantillons ont été stockés dans un sac hermétique tout de suite après l'abattage des chaumes. La perte d'humidité entre l'abattage et le moment des tests en laboratoire a donc été réduite au maximum. Les dimensions des éprouvettes étaient les mêmes que celles utilisées pour la mesure de la masse volumique à 12 %. Le taux d'humidité sur pied a été calculé par la formule (1) :

$$H(\%) = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100$$

avec M_H la masse à l'humidité sur pied et M_O la masse anhydre.

▪ Mesure des retraits

La variation de longueur dans les trois directions d'anisotropie a été quantifiée par le retrait tangentiel, le retrait radial et le retrait longitudinal. L'essai a été réalisé sur des lamelles de dimensions 50 mm (L) x 20 mm (T) x épaisseur variable suivant R. Les dimensions des éprouvettes ont été relevées à l'état saturé puis à l'état anhydre à l'aide d'un pied à coulisse. Les retraits totaux ont ensuite été calculés selon la formule (2) :

$$R(\%) = \frac{D_S - D_0}{D_S} \times 100$$

avec D_s et D_o les dimensions des échantillons dans la direction considérée à l'état saturé et à l'état anhydre.

▪ Mesure de la contrainte de rupture en flexion trois points

La contrainte de rupture en flexion statique F_{12} correspond à la contrainte qu'il est nécessaire d'appliquer au milieu d'une éprouvette reposant sur deux appuis pour arriver à sa rupture. Le protocole d'essai était conforme à la norme EN 130 en utilisant une machine d'essai universelle Wolpert Testwell U12, 120 kN. F_{12} a été évaluée sur des lamelles de forme parallélépipédique de dimensions 150 mm (L) x 20 mm (T) x 5 mm (R). La charge a été appliquée sur la face LT des éprouvettes à 12 % d'humidité. Les appuis étaient distants de 150 mm. La contrainte de rupture a été obtenue avec la formule (3) :

$$F_{12} = \frac{3F_{max} l_1}{2bt^2}$$

avec F_{max} la charge de rupture, l_1 la distance entre les centres des appuis, b la largeur de l'éprouvette, t l'épaisseur de l'éprouvette.



Photo 2.
Utilisation du bambou comme revêtement mural, *Bambusa vulgaris*, et en terrasse, *Dendrocalamus asper*, des maisons.
Photo T. Ramananantoandro.

Phase de traitement des données

Une fois que les informations sur la filière bambou et les propriétés de ce matériau ont été obtenues, la confrontation des aspects positifs et négatifs a permis d'alimenter l'étape suivante de formulation d'options stratégiques pour une valorisation plus efficace des filières bambou, comme illustré par la figure 3.

Diagnostic : contraintes et opportunités de la filière bambou

Contraintes

Sept contraintes ont été identifiées comme limitant le développement de la filière bambou dans les deux régions étudiées.

Contrainte 1 : divers usages des espèces basés sur les habitudes des consommateurs mais sans réel fondement scientifique

Les inventaires ont permis de déterminer que six espèces de bambou poussent dans les deux régions étudiées : *Valiha diffusa, Dendrocalamus giganteus, Bambusa vulgaris constrictinoda, Bambusa vulgaris striata, Dendrocalamus asper, Cephalostachyum madagascariensis*. Les visites sur le terrain ont permis de recenser les différentes formes d'utilisation du bambou dans les deux régions (tableau II). La disponibilité de ces différentes espèces offre la possibilité de les utiliser pour des applications multiples (photos 2 à 8).

Les différentes formes d'utilisation et le choix des essences reposent sur les habitudes des utilisateurs. D'après les entretiens avec les artisans locaux, les choix des espèces sont essentiellement basés sur les diamètres des chaumes. Les chaumes de plus grand diamètre sont considérés comme plus résistants mécaniquement. Ainsi, quand l'ouvrage nécessite un bambou de faible ou moyen diamètre comme pour la fabrication de paniers ou de cages (photo 3) ou encore de clôtures, les artisans choisissent plutôt *Valiha diffusa* (6 à 10 cm de diamètre) ou *Bambusa vulgaris* (5 à 10 cm de diamètre). Pour des besoins de plus grand diamètre (exemple des mangeoires pour animaux domestiques ou des planchers), les espèces *Dendrocalamus giganteus* ou *Dendrocalamus asper* (20 à 30 cm de diamètre) sont privilégiées. Selon les ouvriers de Madagascar Bamboo, l'espèce *Dendrocalamus asper* est très dure et difficile à usiner, c'est la raison pour laquelle l'usine utilise essentiellement l'espèce *Dendrocalamus giganteus*.

Contrainte 2 : méconnaissance des propriétés technologiques des chaumes

Concernant les propriétés des chaumes, une seule caractérisation a été réalisée jusqu'à aujourd'hui, celle-ci date des années 1960 (DOAT, 1967). La méconnaissance des propriétés physico-mécaniques des espèces limite la possibilité d'utilisation de ces matériaux. Cette étude se propose de lancer une étude exploratoire pour contribuer à combler cette lacune.

Contrainte 3 : techniques de transformation archaïques

L'utilisation des bambous dans la région orientale est à dominant traditionnelle. Par exemple, en ameublement, les artisans utilisent les chaumes tels quels sous forme de cylindres assemblés à l'aide de colles vinyliques, liens ou clous. Les produits nécessitant des transformations mécanisées comme les meubles à base de lamellés-collés en bambou, les contreplaqués renforcés par du bambou ou les panneaux de particules à base de fibres de bambou, bien connus en Asie et dans les pays développés, ne sont pas encore connus à Madagascar. Les matériels utilisés sont encore artisanaux et manuels. Le caractère rudimentaire des techniques de transformation a des conséquences sur la qualité du produit et sur le rendement. Par exemple, la construction d'une maison en bambou d'une surface de 20 m^2 nécessite au moins deux semaines de travail pour deux personnes. Il existe une seule entreprise industrielle de transformation des bambous dans la région, la société Madagascar Bamboo. Il s'agit d'une entreprise de fabrication de composites à base de bambou tels que les parquets en bambous fusionnés, les lames de parquet, les traverses brutes ou les planches, implantée en zone franche pour l'exportation à Toamasina.

Tableau II.
Utilisations des bambous dans les régions Atsinanana et Analanjirofo.

Utilisations		Méthodes de fabrication	Espèces
Ameublement		Sécher les tiges (exposition au soleil), les découper aux longueurs nécessaires, les mettre au feu pour la coloration, procéder à la fabrication proprement dite	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda*
Construction	Clôture	Couper les tiges, biseauter une extrémité, percer et insérer des traverses, encastrer l'autre extrémité au sol	*Dendrocalamus giganteus, Bambusa vulgaris constrictinoda, Bambusa vulgaris striata, Valiha diffusa*
	Mur	Découper les tiges longitudinalement en lamelles selon la maille voulue, tresser	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda, Cephalostachyum madagascariensis*
	Pilier	Tiges sans transformation	*Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus asper*
	Plancher	Découper les tiges longitudinalement en lamelles d'environ 1,5 à 2 cm sans les séparer	*Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus asper*
	Toiture	Identique à la fabrication du plancher	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda*
Élevage et agriculture	Drainage dans les élevages piscicoles	Déligner les tiges et les vider (supprimer les nœuds)	*Dendrocalamus giganteus*
	Mangeoire et abreuvoir pour animaux domestiques	Diviser les tiges longitudinalement en deux	*Dendrocalamus giganteus*
	Pépinière de culture	Diviser les tiges longitudinalement en deux	*Dendrocalamus giganteus*
	Nid dans les élevages avicoles	Écorcer, tresser les écorces dans la foulée	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda*
Industrie : Madagascar bamboo	Parquets en bambou fusionné	Découper les tiges en lamelles, extraire l'écorce, carboniser et purifier en autoclave, purifier par trempage dans une solution de peroxyde, sécher, tremper dans le formol, encoller, mouler, presser et débiter	*Dendrocalamus giganteus, Cephalostachyum madagascariensis, Dendrocalamus asper*
Transport	Escalier	Couper les tiges d'une longueur d'environ 30 à 40 cm pour former les marches, trouer les deux tiges qui supportent les marches, assembler et fixer	*Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus asper*
	Panier pour le transport des produits agricoles et cage pour les petits animaux	Enlever les écorces. Tresser ces écorces dans la foulée, pour éviter qu'elles deviennent cassables	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda*
	Pont pour la traversée des hommes et animaux	Les tiges constituent les traverses, les planchers et les poutres. Les assemblages sont traditionnels : tenons/mortaises, cordes	*Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus asper, Cephalostachyum madagascariensis*
	Pont pour la traversée des voitures	Les tiges constituent les traverses, les planchers et les poutres. Les assemblages sont traditionnels : tenons/mortaises, cordes	*Dendrocalamus asper*
	Radeau pour le transport humain ou de marchandises	Couper et ajuster les chaumes, trouer et encastrer les traverses, attacher et fixer à l'aide de lianes	*Valiha diffusa, Dendrocalamus giganteus,*
	Support pour le transport de marchandises	Chaumes sans transformation. Attacher les produits à transporter de part et d'autre du chaume	*Valiha diffusa, Dendrocalamus giganteus*
Divers	Combustibles pour la cuisson des aliments	Aucune transformation	*Bambusa vulgaris constrictinoda, Bambusa vulgaris striata*
	Aménagement extérieur (banc, table, etc.)	Tronçonner et assembler à l'aide de lianes ou tissus	*Dendrocalamus giganteus, Bambusa vulgaris constrictinoda*
	Art malagasy	Avec ou sans transformation selon les besoins	*Valiha diffusa, Bambusa vulgaris constrictinoda*





Photos 3.
Fabrication artisanale de panier en *Valiha diffusa*.
Photos T. Ramananantoandro.

Contrainte 4 : faible récupération des sous-produits

Un des points faibles dans la transformation des bambous est la non-valorisation des sous-produits. Dans les entreprises artisanales, les tiges inutilisées après la découpe et les copeaux de bambou sont jetés partout à terre (photo 4). Quelques vendeurs de gâteaux traditionnels (« mofogasy ») en récupèrent une partie pour s'en servir comme combustible. Pourtant, ces produits connexes pourraient être valorisés en briquettes combustibles et utilisés comme substituts au bois énergie. Il en est de même pour la transformation industrielle. L'entreprise utilise ses résidus pour alimenter les séchoirs et l'autoclave, mais elle ne parvient pas à en valoriser la totalité. La contribution de la technologie est essentielle ici pour caractériser les propriétés calorifiques des bambous, déterminer la faisabilité de la fabrication de charbon de bambou et/ou la mise au point de briquettes compressées à partir du bambou.



Photo 4.
Entreprise artisanale de fabrication de revêtements muraux en *Bambusa vulgaris*. Les tiges sont découpées en lamelles puis tressées.
Photo Z. H. Rabemananjara.

Contrainte 5 : obsolescence des textes réglementaires

Aucune réglementation spécifique sur le bambou n'existe aujourd'hui. L'exploitation actuelle est régie par deux textes, le décret du 15 janvier 1930 portant réorganisation du régime forestier à Madagascar et l'arrêté interministériel n° 2915/87 du 7 septembre 1987. Le premier texte, dans son titre 1er et son article 3, qualifie les bambous de « produits accessoires des forêts » dont les règles d'exploitation ont été stipulées dans l'article 33 : *« L'exploitation par les collectivités de produits accessoires destinés à la vente est subordonnée à la délivrance d'un permis d'exploiter spécial portant exclusivement sur les zones de forêts … »* Le second texte prescrit des mesures relatives à la réglementation, à l'exploitation, à la circulation, à l'achat et à la vente des plantes médicinales et industrielles forestières considérées comme produits accessoires des forêts.

À propos de l'exploitation des produits, l'article 3 précise qu'« *aucune exploitation ou collectage des plantes médicinales et industrielles à des fins commerciales n'est autorisée sans un titre d'exploitation réglementaire […] dont les conventions d'exploitations sont établies pour les plantes herbacées* ». Ces deux textes stipulent les organisations globales applicables à la gestion des produits forestiers non ligneux, incluant le bambou. Pourtant, les mesures d'exploitation de cette espèce devraient tenir compte de ses spécificités. Les dispositions sur l'obligation de détermination de quotas, sur les modalités d'autorisation pour les plantations et sur l'instance qui délivre les conventions ne figurent pas dans ces textes.

Contrainte 6 : inexistence d'autorisation d'exploitation

À part l'exploitation industrielle et les rares exploitants qui détiennent des autorisations légales, la majorité des productions s'effectue de manière illégale. Selon les opérateurs, l'administration forestière a cessé de délivrer des conventions de collecte ces dernières années. Cette défaillance de mesures se répercute sur les ressources dans la mesure où l'inexistence d'autorisation officielle favorise l'apparition de productions illicites. Plusieurs opérateurs souhaitent exploiter de manière légale mais sont démotivés par la lourdeur et la lenteur administratives. La conjoncture réglementaire actuelle n'est pas encore prête à la promotion d'activités de grande envergure pour l'amélioration des filières.

Contrainte 7 : hétérogénéité des mesures de taxation

Les mesures de taxation ne sont pas uniformes dans les deux régions étudiées. Aujourd'hui, pour l'exploitation de l'espèce *Valiha diffusa*, l'exploitant doit verser 60 Ar par pièce de bambou coupée à l'administration forestière. Dans la région d'Atsinanana, la commune rurale prélève 10 Ar par unité tandis que, dans la région d'Analanjirofo, la commune rurale ne prélève pas de ristourne sur les collectes de bambou. Par ailleurs, il n'est pas clairement défini sur quelle base les montants des taxes sont fixés et répartis aux différents niveaux. L'arrêté interministériel n° 2915/87 énonce seulement dans l'article 4 que les collectivités décentralisées collectent 3 % des valeurs des produits. Enfin, selon les responsables forestiers locaux, la nature informelle de l'exploitation rend difficile la taxation. Du fait de ces défaillances, le système de fiscalité n'est pas en mesure de garantir la viabilité des ressources.

Ces analyses montrent que les contraintes au développement de la filière bambou à Madagascar proviennent de deux sources : les lacunes dans les connaissances des propriétés technologiques des chaumes de bambou et les défaillances s'agissant des mesures réglementaires de gestion.

Forces et opportunités

Quatre principales opportunités ont été identifiées. Celles-ci méritent d'être saisies pour le développement de la filière bambou dans les deux régions d'étude.

Opportunité 1 : appui de l'Inbar (International Network for Bamboo and Rattan)

L'Inbar est une organisation intergouvernementale à but non lucratif, basée en Chine, qui rassemble des partenaires provenant des secteurs public, privé et non lucratif de plus de cinquante pays, au sein d'un réseau global, pour définir et mettre en œuvre un programme général de développement durable par le bambou et le rotin. Opérationnel à Madagascar depuis 2009, l'Inbar a comme mission principale d'améliorer les conditions de vie de leurs producteurs et utilisateurs, dans le contexte d'un développement durable basé sur le bambou et le rotin. Parmi les réalisations récentes de cet organisme, figure la mise en place de pépinières de bambou dans la région d'Analanjirofo. À cet effet, des contrats de production ont été établis avec des associations de pépiniéristes professionnels. Ces derniers ont bénéficié d'appuis techniques sur la multiplication du bambou. Pour l'année 2011, l'Inbar avait pour objectifs de produire 500 000 jeunes plants et d'installer 200 000 ha de bambous en privilégiant les espèces qui conviennent pour un usage industriel (photo 5). En outre, plusieurs artisans professionnels et formateurs issus de plusieurs localités de l'île ont pu bénéficier de formations dispensées par des spécialistes en technologie de fabrication de meubles et de maisons venant de l'Inde et de l'Éthiopie. Les compétences acquises vont permettre la mise en place d'un centre de formation visant l'amélioration continue des performances des transformateurs et par la suite l'augmentation de leurs revenus. Ces différentes initiatives constituent un atout favorable à la relance de la filière. En effet, pour pouvoir satisfaire les besoins des clients potentiels, notamment des marchés internationaux, la performance tant sur le plan de la quantité que de la qualité des produits doit être assurée. Dans ce sens, la connaissance des propriétés technologiques des bambous pourrait contribuer à une meilleure promotion de la filière bambou par l'Inbar.



Photo 5.
Mise en place de pépinières de bambous avec l'appui de l'International Network for Bamboo and Rattan (Inbar).
Photo Z. H. Rabemananjara.

Opportunité 2 : sources de revenus de plusieurs acteurs

La production artisanale fait vivre environ 500 ménages de la ville de Toamasina et plus de 200 acteurs dans les localités rurales. En zone urbaine, les bénéficiaires sont constitués par les employés directs engagés par les unités de transformation industrielle et artisanale, les transporteurs et les marchands de produits transformés. En zone rurale, les acteurs sont les propriétaires de concessions de bambous qui approvisionnent directement les usines. Viennent par la suite les collecteurs qui évacuent les produits soit au bord de la route principale, soit directement vers le centre de consommation finale. L'éloignement des zones de collecte a favorisé l'apparition d'un nouveau type d'acteur, les transporteurs vers les bords des fleuves d'embarcation (photo 6). En ce qui concerne la production industrielle, les revenus de plus de 150 ménages dépendent directement de l'usine Madagascar Bamboo si cette dernière fonctionne à pleine capacité.



Photo 6.
Embarcation de *Bambusa vulgaris* sur le fleuve Rianila à Brickaville.
Photo Z. H. Rabemananjara.



Photo 7.
Dendrocalamus giganteus servant de support pour transporter deux sacs de charbon de bois.
Photo J.-J. Randrianarimanana.

Cette multiplicité des acteurs indique parfaitement l'importance socioéconomique de la filière, notamment dans la génération de revenus de plusieurs foyers. Par exemple, pour un agent professionnel spécialisé en tressage de plaque, la recette moyenne mensuelle générée par la transformation de bambou s'élève à 300 000 Ar (100 euros). Le chiffre d'affaires mensuel de la filière « tressage des plaques » atteint 1 680 000 euros, depuis l'abattage jusqu'à la commercialisation. Pour le cas de la société Madagascar Bamboo, les achats de bambous bruts procurent aux paysans une somme annuelle moyenne de 150 000 euros.

Opportunité 3 : promotion de la filière bambou inscrite parmi les priorités de développement régional

Les autorités régionales sont conscientes de l'importance du rôle tenu par le bambou dans le développement économique de la région. À travers les intentions inscrites dans les planifications régionales de développement, le bambou occupe une place centrale et figure parmi les produits phares qui nécessitent une promotion. Selon les responsables de la région, cette relance devrait aller de pair avec les initiatives d'autres secteurs. Il y a nécessité de créer des attractions pour que la ville de Toamasina ne constitue pas seulement un endroit de passage pour les touristes, qui croissent significativement ces dernières années. Si avant 2010 deux à trois bateaux de croisière débarquaient chaque année à Toamasina, cette capitale économique de Madagascar en reçoit actuellement jusqu'à dix. À cet effet, pour pouvoir saisir une telle opportunité, la commune urbaine de cette ville envisage de créer des infrastructures construites en bambou au bord de la mer pour en faire des points de vente d'articles de souvenir. Ainsi la connaissance des caractéristiques technologiques du bambou est-elle favorable à cette initiative de construction.

Opportunité 4 : alternative à l'utilisation de produits ligneux illicites

La demande en bois ne cesse d'augmenter dans la région d'Atsinanana, surtout dans le domaine de la construction et de l'ameublement. À titre d'illustration, la construction d'une maison en bois d'une surface de 50 m^2 nécessite 5 à 8 m^3 de bois. En 2004, il y a eu 450 demandes d'autorisation de construction dans la commune urbaine de Toamasina. Ainsi, en ne comptabilisant que les constructions légales, la consommation pourrait atteindre 3 600 m^3 de bois par an. D'autant plus que les bois vendus sur les marchés de la ville de Toamasina proviennent majoritairement de sources illicites. L'étude menée par MOUHOUDHOIR (2006) a recensé 150 marchands de bois illégaux, soit plus de la moitié de l'effectif total des marchands. La promotion du bambou pourrait alors contribuer à moyen terme à l'atténuation de la dégradation massive des ressources forestières régionales.

Du point du vue du coût de production, les dépenses de construction en bambou restent relativement basses comparées à celles des constructions en dur. En s'appuyant sur les charges afférentes à la construction artisanale de maison en bambou à Toamasina ville, la construction d'une case d'une superficie 12-15 m² nécessite en moyenne 8 à 10 plaques tressées de bambou (photos 2 et 4) dont le coût total s'élève à 100 000 Ar (35 euros). Cette charge est abordable comparée à 3 à 4 millions Ar, soit 1 000 à 1 400 euros, pour une maison de la même surface fabriquée en béton. Cet écart influe sans doute sur les comportements des consommateurs citadins malgré la différence de durabilité des ouvrages.

Plusieurs opportunités se présentent actuellement pour que la filière bambou génère plus de retombées socioéconomiques. La connaissance des paramètres technologiques appuierait l'efficacité et l'efficience des mesures à mettre en œuvre pour que le bambou constitue véritablement un levier pour le développement des régions Atsinanana et Analanjirofo.

Résultats des travaux exploratoires sur l'analyse des propriétés physico-mécaniques des chaumes de bambou

Les résultats des caractérisations physiques et mécaniques effectuées en laboratoire sur les trois espèces de bambou les plus utilisées dans la région sont résumés dans le tableau III.

Les trois espèces de bambou étudiées sont, dans leur ensemble, aussi denses que la moyenne des résineux et feuillus malgaches, avec des infradensités entre 0,45 et 0,53. Ces valeurs sont légèrement plus faibles avec celles trouvées par WAHAB *et al.* (2009) sur *Bambusa vulgaris* en Malaisie (0,53), par CIARAMELLO et AZZINI (1971) sur *Dendrocalamus giganteus* (0,552) et *Dendrocalamus asper* (0,599) en Thaïlande. La raison pourrait en être que les chaumes de cette étude sont plus jeunes (1 à 3 ans), mais représentent les caractéristiques des matières les plus abondantes et les plus utilisées localement. La masse volumique indique que ces trois espèces de bambou sont équivalentes aux bois légers à mi-lourds, selon la classification de GÉRARD *et al.* (1998). L'analyse de variance montre que les masses volumiques à 12 % des deux espèces de *Dendrocalamus* sont significativement plus importantes que celle de *Bambusa vulgaris constrictinoda* au seuil de 5 %. Un résultat qui est en cohérence avec les utilisations locales. Cette différence de masse volumique pourrait expliquer le choix des *Dendrocalamus* pour les ouvrages à plus forte sollicitation mécanique (pilier des maisons, pont).

Les retraits sont importants, ce qui indique que le bambou se déforme lorsqu'il est employé sous forme de lamelles. Le coefficient d'anisotropie est faible puisque le rapport entre le retrait tangentiel et le retrait radial est proche de la valeur 1.

Les trois espèces étudiées possèdent des contraintes de rupture en flexion statique de 108,9 à 124,4 N/mm². Ces résultats sont conformes à la littérature, où F_{12} apparaît avec des valeurs très variables. Par exemple, DRANSFIELD et WIDJAJA (1995) ont trouvé une contrainte de 92,5 N/mm² pour *Dendrocalamus giganteus,* alors que NAIK (2005) obtient une contrainte de 193 N/mm² pour la même espèce. Les trois espèces sont moins performantes que *Erythrophleum fordii* (148,1 N/mm²), qui est l'espèce la plus utilisée en construction au Vietnam (TRAN, 2010). Ce résultat peut être expliqué par la jeunesse des chaumes étudiés. Différents auteurs ont, en effet, montré que les propriétés mécaniques du bambou s'améliorent avec l'âge (MOHMOD *et al.*, 1990 ; TRAN, 2010). Selon la classification de GÉRARD *et al.* (1998), les contraintes de rupture en flexion statique des trois espèces étudiées sont donc moyennes.

Compte tenu de leurs propriétés et malgré leur jeune âge, les bambous étudiés peuvent avoir des potentialités en ameublement et en construction. Les contraintes de ce matériau sont néanmoins liées à sa forme cylindrique et à la faible épaisseur de matières valorisables, contrairement au bois. Ces analyses sont exploratoires et constituent un début pour combler les lacunes concernant les propriétés des bambous malgaches. Elles devraient être poursuivies et complétées. Néanmoins, elles permettent d'avoir déjà quelques idées sur les potentialités de ces trois espèces.

Perspectives

Perspectives liées à la technologie

L'analyse de ces atouts, contraintes, obstacles et opportunités permet d'émettre quelques recommandations. La richesse en bambou dans la région et les propriétés physico-mécaniques des trois espèces étudiées permettent d'envisager leur valorisation comme matériau bois. L'application de nouvelles technologies de transformation comme la fabrication de petits ustensiles en bambou par la technique du lamellé-collé peut être envisagée. Ces procédés de transformation peuvent être réalisés en milieu artisanal car ils ne nécessitent pas de lourds investissements. La multiplication des usines de transformation peut être envisagée pour la production de parquets ou de lames de terrasse. Il est également recommandé de valoriser les sous-produits de l'entreprise industrielle et des petits acteurs artisanaux pour la fabrication de briquettes combustibles, par exemple. Des réflexions sur le développement d'activités nationales susceptibles de créer des valeurs ajoutées plus conséquentes devraient être engagées.

Tableau III.
Propriétés physiques et mécaniques des tiges de bambou.

	Bambusa vulgaris var. *constrictinoda*	*Dendrocalamus giganteus*	*Dendrocalamus asper*
Infradensité	0,45 (0,14)	0,52 (0,09)	0,53 (0,16)
Masse volumique à 12 % (g/cm³)	0,54 (0,11)	0,68 (0,10)	0,70 (0,14)
Retrait tangentiel (%)	13,60 (7,00)	7,73 (4,28)	14,08 (3,82)
Retrait radial (%)	14,14 (10,57)	6,68 (4,89)	11,92 (4,02)
Retrait longitudinal (%)	– 0,76 (1,42)	0,04 (0,98)	– 0,20 (1,01)
Contrainte de rupture en flexion statique (N/mm²)	108,9 (28,7)	117,9 (51,7)	124,4 (28,2)

Moyenne de 11 pieds âgés de 1 à 3 ans par espèce, c'est-à-dire 330 éprouvettes par espèce. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.



Photo 8.
Utilisation du bambou, *Dendrocalamus giganteus,* en ameublement sous sa forme cylindrique.
Photo Z. H. Rabemananjara.

Ces perspectives opérationnelles nécessitent la conduite d'activités de recherche. Cette étude a fourni des données de base sur les propriétés physiques et mécaniques des trois espèces de bambou de la région Est de Madagascar. Pour la suite, l'étude devra être complétée par celle d'autres propriétés telles que la durabilité naturelle et les propriétés énergétiques de ces bambous. Il est aussi recommandé d'étudier les propriétés des trois autres espèces de bambou poussant dans la région, de façon à proposer les essences appropriées pour chaque utilisation. Il serait également intéressant de mener une étude plus approfondie concernant la variabilité des propriétés intra-chaumes ainsi qu'une étude de l'effet du terrain et de l'âge sur les propriétés des chaumes. Ces travaux permettront d'appuyer les études sur la sylviculture des bambous, de déterminer l'âge optimal pour l'abattage des bambous et de proposer des techniques de transformation plus performantes. Enfin, la mise au point d'une colle naturelle pourrait permettre une valorisation sous forme de lamellés-collés ou de panneaux, de même que la mise au point localement de produits de préservation écologiques. Par ailleurs, il est nécessaire de cerner le potentiel disponible en bambous dans le territoire national et de conduire des recherches sur la multiplication des espèces.

Perspectives liées aux aspects socioéconomiques et juridiques

Le redressement des mesures réglementaires semble déterminant dans la recherche d'une valorisation optimale du bambou. L'exploitation ainsi que la transformation devraient être soumises à des réglementations strictes. La procédure de délivrance de conventions de collecte devrait notamment être réexaminée de près, de manière à mieux inciter les investisseurs. Puis, la réforme fiscale est incontournable. Il s'avère important de mener une étude sur la taxation en mettant un accent particulier sur la répartition efficiente des taxes à différents niveaux pour garantir la viabilité des ressources.

Des mesures préférentielles devraient être accordées à des investisseurs prêts à se lancer dans les filières. Elles devraient porter spécifiquement sur la facilitation de l'accès aux terrains ainsi que leur appropriation définitive des parcelles de plantation, sur l'allègement des taxes à l'exportation des produits semi-transformés et transformés ainsi que sur l'introduction de nouvelles technologies de transformation du bambou.

Conclusion

Parmi les produits forestiers non ligneux, le bambou nécessite une attention particulière étant donné son importance écologique et socioéconomique à l'échelle locale, régionale, nationale, voire internationale. L'étude, appuyée par l'outil d'aide à la décision stratégique Forces, faiblesses, opportunités, menaces (Ffom), a montré que la filière bambou contribue au bien- être de plusieurs ménages dans les zones orientales de l'île. Mais elle est soumise à sept contraintes dont l'ignorance du potentiel disponible, les défaillances s'agissant des outils réglementaires de gestion, la difficulté de la sécurisation de l'investissement, le manque de données sur les propriétés du matériau et le caractère archaïque des techniques de transformation. Néanmoins, quatre opportunités et avantages se présentent pour le lancement des filières, comme par exemple la motivation de différentes catégories d'acteurs, la disposition des conditions favorables et l'existence d'un organisme d'appui spécialisé en bambou, l'International Network for Bamboo and Rattan. Les caractérisations des propriétés physico-chimiques ont démontré que les trois espèces les plus utilisées qui ont été étudiées, *Bambusa vulgaris* var. *constrictinoda*, *Dendrocalamus giganteus* et *Dendrocalamus asper*, possèdent des propriétés équivalentes aux bois, avec une infradensité de 0,45 à 0,53, une masse volumique à 12 % de 0,54 à 0,70 g/cm^3 et une contrainte de rupture en flexion de 108,9 à 124,4 N/mm^2. Ces propriétés montrent qu'il existe un fort potentiel pour une meilleure valorisation des bambous des régions orientales de Madagascar. Étant donné la multiplicité des biens et services fournis par le bambou, des efforts particuliers et synchronisés devront être déployés pour la promotion de la filière. Cette initiative pourrait contribuer à l'atténuation de la déforestation dans les zones côtières orientales, qui reste à observer. En effet, l'existence de gammes de produits finis fabriqués avec le bambou sur le marché est susceptible de changer le comportement des consommateurs habitués à des bois de forêts naturelles. De même, l'existence de différents emplois créés que ce soit en amont ou en aval des filières dans le cadre de cette relance réduira sans doute le recours important au défrichement et à l'exploitation illicite de bois, qui ont gagné du terrain ces dernières années dans ces zones orientales. Mais le succès de cette initiative reposera sur la prise de conscience et la reconnaissance à un haut degré des valeurs du bambou par les différents acteurs, notamment l'administration chargée des forêts. Cette étude a donné une vision globale de la filière bambou dans la région orientale de Madagascar. Elle constitue un point de départ pour une étude plus approfondie de cette filière.

Remerciements
Les auteurs remercient les personnes-ressources qui ont bien voulu participer à l'enquête ainsi que les techniciens de l'École supérieure polytechnique d'Antananarivo pour leur aide dans l'usinage des échantillons de bambous.

Bibliographie

ALIPON M. A., BONDAD E. O., MORAN M. S. R., 2009. Effect of sylvicultural management on the basic properties of bamboo. *In*: Midmore D. J. (ed.). Silvicultural management of bamboo in the Philippines and Australia for shoots and timber. Aciar Proceedings 129. Canberra, Australie, Aciar, 70-93.

APEMA R., MOZOULOUA D., MADIAPEVO S. N., 2010. Inventaire préliminaire des fruits sauvages comestibles vendus sur les marchés de Bangui. *In* : van der Burgt X., van der Maesen J., Onana J.-M. (éds.). Systématique et conservation des plantes africaines. Kiew, Royal Botanical Garden, Royaume-Uni, 313-319.

Arrêté interministériel n° 2915/87 du 7 septembre 1987 portant conduite de l'exploitation des produits accessoires des forêts. Journal officiel du 7 septembre 1987, 2092-2098.

BYSTRIAKOVA N., KAPOS V., LYSENKO I., STAPLETON C., 2004. Bamboo biodiversity: Africa, Madagascar and the Americas. Cambridge, Royaume-Uni, Unep-World Conservation Monitoring Centre, Beijing, Chine, International Network for Bamboo and Rattan, 88 p.

CIARAMELLO D., AZZINI A., 1971. Bambu como matéria-prima para papel. V. Estudos sôbre o emprêgo de quatro espécies de *Dendrocalamus*, na produção de celulose sulfato. Bragantia, 30 (2): 321-336.

Décret du 15 janvier 1930 portant réorganisation du régime forestier en Madagascar et dépendances. Journal officiel du 22 novembre 1930, 1066-1070.

DOAT J., 1967. Les bambous, source éventuelle de cellulose pour l'Afrique. Bois et Forêts des Tropiques, 113 : 41-59.

DRANSFIELD S., WIDJAJA E. A., 1995. Plant resources of South-East Asia, No 7: Bamboos. Leiden, Pays-Bas, Backhuys Publishers, 15-49.

FAO, 2005. L'approche filière : analyse fonctionnelle et identification des flux. Présentation thématique générale. Module 043. Rome, Italie, Fao. www.fao.org/tc/easypol.

FERRARO P. J., 2001. Global Habitat Protection: Limitations of Development Interventions and a Role for Conservation Performance Payments. Conservation Biology, 15: 990-1000.

GÉRARD J., EDI KOUASSI A., DAIGREMONT C., DÉTIENNE P., FOUQUET D., VERNAY M., 1998. Synthèse sur les caractéristiques technologiques des principaux bois commerciaux africains. Montpellier, France, Cirad, Document Forafri 11, 185 p.

HIZIROGLU S., 2007. Selected properties of medium density fiberboard (MDF) panels made from bamboo and rice straw. Forest Product Journal, 57 (6): 46-50.

LEE A. W., BAI X., PERALTA P. N., 1996. Physical and mechanical properties of strandboard made from moso bamboo. Forest Product Journal, 46 (11/12): 84-88.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES FORÊTS, 2009. Étude de la filière bambou. Rapport final. Biodev Madagascar Consulting, 186 p.

MOHMOD A. L., ARIFFIN W. T. W., AHMAD F., 1990. Anatomical features and mechanical properties of three Malaysian bamboos. Journal of Tropical Forest Science, 2 (3): 227-234.

MOUHOUDHOIR B., 2006. Étude de l'utilisation des bois d'œuvre et de construction : cas rencontrés dans la commune urbaine de Toamasina. Mémoire de fin d'études en maîtrise spécialisée en gestion des ressources naturelles et environnement, Université de Toamasina, Madagascar, 73 p.

NAIK N. K., 2005. Mechanical and physico-chemical properties of bamboos carried out by Aerospace Engineering Department. Bombay, Inde, Indian Institute of Technology, 28 p.

TRAN V. H., 2010. Growth and quality of indigenous bamboo species in the mountainous regions of Northern Vietnam. Thèse, Georg-August-Universität, Göttingen, Allemagne, 123 p.

VAN DER LUGT P., VAN DEN DOBBELSTEEN A. A. J. F., JANSSEN J. J. A., 2006. An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. Construction and Building Materials, 20 (9): 648-656.

WAHAB R., MOHAMED A., MUSTAFA M. T., HASSAN A., 2009. Physical characteristics and anatomical properties of cultivated bamboo (*Bambusa vulgaris* Schrad.) Culms. Journal of Biological Sciences, 9 (7): 753-759.

YU Y., FEI B., ZHANG B., YU X., 2007. Cell-wall mechanical properties of bamboo investigated by in-situ imaging nanoindentation. Wood and Fiber Science, 39 (4): 527-535.